⑲ 日本国特許庁 (JP)　　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)　　昭57—118355

⑤Int. Cl.³　識別記号　庁内整理番号
H 01 J 31/16　　7170—5C

⑬公開　昭和57年(1982)7月23日

発明の数　1
審査請求　未請求

(全 6 頁)

⑤平板状ディスプレイ装置

⑳特　願　昭56—3140
㉒出　願　昭56(1981)1月14日
㉑発 明 者　新保優
川崎市幸区小向東芝町1東京芝浦電気株式会社総合研究所内
㉑発 明 者　小林一甫
川崎市幸区堀川町72東京芝浦電気株式会社堀川町工場内
㉑発 明 者　蒲原英治
深谷市幡羅町1の9の2東京芝浦電気株式会社深谷ブラウン管工場内
㉑出 願 人　東京芝浦電気株式会社
川崎市幸区堀川町72番地
㉔代 理 人　弁理士　井上一男

明　細　書

1. 発明の名称

平板状ディスプレイ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 実質的に平面をなすように放射的に配列された熱陰極群と、この熱陰極群のそれぞれの熱陰極に位置に孔部を有し、交互に挟み重ねられた絶縁物スペーサ群及び平面状電極群と、前記平面状電極群の最終電極に絶縁物スペーサを介して配置された螢光面を有する平板状パネルとからなると共に前記熱陰極乃至前記螢光面間に設けられた前記絶縁物スペーサ群の内少なくとも一つにドリフト現象を防止し得る手段が設けられていることを特徴とする平板状ディスプレイ装置。

(2) ドリフト現象を防止し得る手段が少なくとも絶縁物スペーサの孔部の壁面に所定の電気伝導性を持たせることであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の平板状ディスプレイ装置。

(3) ドリフト現象を防止し得る手段が絶縁物スペーサに所定の抵抗値をもたせ、同記絶縁物スペーサの孔部の壁面に所定の電気伝導性を持たせることであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の平板状ディスプレイ装置。

(4) ドリフト現象を防止し得る手段が孔部を含む絶縁物スペーサ表面に酸化すず被膜を形成し前記絶縁物スペーサの孔部の壁面に所定の電気伝導性を持たせることであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の平板状ディスプレイ装置。

(5) 所定の電気伝導性が絶縁物スペーサの一つの孔部の壁面を通って前記絶縁物スペーサを挟む電極間に10Vを印加した時に流れる電流が10μA～0.001μAの範囲であることを特徴とする特許請求の範囲第2項乃至第4項いずれかに記載の平板状ディスプレイ装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は熱電子放出を利用した平板状ディスプレイ装置に係り、特に熱陰極群から放出された電子ビームを多数の孔部を有する平面状電極群により制御加速し、平面状螢光面の所定の画素を発光させる電子加速式の平板状ディスプレイ装置に関

するものである。

テレビジョン用や各種文字、図形などの表示用としてのディスプレイ装置には従来主として陰極線管が使用されており、この陰極線管による表示は輝度、応答速度、走査の簡易性、分解能などの性能は優れているが、その反面画像面積に比較し、奥行が大きいこと、使用寿命が比較的短いなどの欠点がある。

近年信号増幅用の小電力電子管が半導体素子に代替されて以来、陰極線管も前述した欠点を克服する半導体と同様な固体のディスプレイ装置に代替されるものと広く期待され、エレクトロルミネッセンス現象を利用する方式がこれに最も近いものとして長い間研究され、一部実用に供せられるようになり更に液晶、エレクトロクロミックスなどが平板状ディスプレイ装置に応用されるものとして開発されている。またこれら固体、液体を利用するものではなく陰極線管と同じく真空外囲器内のプラズマ放電も発光に用いる方式が平板状ディスプレイ装置として開発され、特に文字表示用に実用されるようになってきた。

しかし、前述した有力な平板状ディスプレイ装置は陰極線管に比較して、いずれも発光能率、応答速度などの点ではっきりした性能格差があり、特にディスプレイ装置として最も高度な性能を要求されるテレビジョン用として陰極線管に代替し得るものにはなっていない。一方電算機の使用拡大による情報の高度化や高性能化するテレビジョン放送のため、従来以上の高性能、大画面の平板状ディスプレイ装置の出現が望まれているのが現状である。

これらに対し、電子加速式の平板状ディスプレイ装置は例えば米国特許第2965801，3408532，3935500号各明細書などに示されているように平面状の電子放出源をもち、この電子放出源から真空中に電子ビームを放出し、これを多数の孔部を有する平面状電極群に与えた電圧の組合せにより制御し、更に後段で与える加速電圧により加速してエネルギーを付加し、平面状の電子放出源に対設した平面状螢光面の所望の画素に射突し発光させる基本的構造を持っている。これらの基本的な材料と物理的な原理は加速された電子ビームが螢光面を発光させる点では陰極線管と同等であり、前述したエレクトロルミネッセンスなどが、今後の本質的材料の開発を待つ必要があるのに対して、現時点では陰極線管がもっている高い発光効率を引きつぎ実現し得る唯一の方式であるが、従来の電子加速式の平板状ディスプレイ装置としては冷陰極や絶縁基板の上に形成した薄膜帯状の熱陰極などを使用しており、信頼性、消費電力、駆動方法などに問題があり、従来は小画面の平板状ディスプレイ装置が実験的に試作されている程度であり、白黒テレビジョン装置、カラーテレビジョン装置その他コンピュータ装置などの画像表示装置などには、いまだ主として陰極線管が使用されているのが現状である。

本発明は前述した種々の問題点に鑑みなされたものであり、信頼性の高い、消費電力の少ない、駆動方法が簡単であるなどの利点を有する大画面用に好適な平板状ディスプレイ装置を提供することを目的としている。

即ち本発明の平板状ディスプレイ装置は背面基板にスペーサを介して載置され実質的に平面をなすように規則的に配列された熱陰極群と、この熱陰極群のそれぞれの熱陰極に対応する位置に孔部を有し、互いに孔部を有する板状の絶縁物スペーサを介して積み重ねられた平面状電極群と、この平面状電極群の最終電極に枠状の絶縁物スペーサを介して載置された螢光面の被着形成された平板状パネルとからなり、それぞれの熱陰極から射出される熱電子を平面状電極群により制御、加速して螢光面の所望画素を発光させるようになされた平板状ディスプレイ装置であって、かかる平板状ディスプレイ装置を動作させたとき熱陰極群に対設された第1の電極と第2の電極による制御電圧が駆動時間と共に変化するいわゆるドリフト現象を防止し得るようになされていることを特徴としている。

次に本発明の平板状ディスプレイ装置の一実施例について詳細に説明する。

即ち、第1図は対角長が約1.2mの大画面用の平板状ディスプレイ装置(1)の外観斜視図であり、蛍光面が内面に被着形成された平面状パネル上に透明プラスチック板、ガラス板などからなる保護板(2)及びこの保護板(2)の周縁部に設けた額縁状の支持体(3)と、この支持体(3)のフランジ部(4)に設けられた取付孔部(5)からなっている。

次に内部構造を第2図及び第3図によって説明すると、平板状ディスプレイ装置(1)は裏面外囲器を形成する金属板などからなる背面基板(8)にスペーサ(9)が固定され、ゲッタ用空間部を形成し、このスペーサ(9)上に孔部(10_a)を有し金属などからなる支持板(10)と、ガラスなどの無機物質からなる孔部(11_a)を有する絶縁支持板(11)と、この第2の絶縁支持板(11)の後述する面素間にヒータ支持体(12)が配設され、このヒータ支持体(12)は少なくとも1方が導電部材よりなる2枚のリボン状の支持体(12_a)(12_b)から形成され、この内一方の支持体(12_a)は図示しない半田ガラスなどにより、第2の支持体(11)に固定されている。そしてこの支持体(12_a)(12_b)は約2.6mmφのコイル状ヒータの少なくとも所定部に熱電子放出物質を塗布形成した熱陰極(13)(以下コイル状ヒータと云う)の加熱用給電電極を形成すると共に、このコイル状ヒータ(13)を空間的に支持するようになっている。この場合、コイル状ヒータ(13)の両端間の電圧は0.5V位であり、従来のものに比較して極めて低電圧であり、IC駆動に適しているし、消費電力も少なくてよい。

次に、このコイル状ヒータ(13)上にはガラスなどの無機物質からなり、コイル状ヒータ(13)の有効部に対応する位置に孔部を有する板状の第1の絶縁物スペーサ(14)が設けられ、この板状の第1の絶縁物スペーサ(14)上には平板状ディスプレイ装置(1)の垂直(V)方向に多数のリボン状の第1の電極(15)が互いに独立し平面状電極を形成するように多数配設されており、この第1の電極(15)にはコイル状ヒータ(13)の有効部に対応する位置にそれぞれ板状の第1の絶縁物スペーサ(14)の孔部より、やや小さな径をもつ孔部(16_a)が設けられている。

次に、この第1の電極(15)群からなる平面状電極上には前述した板状の第1の絶縁物スペーサ(14)と同様な板状の第2の絶縁物スペーサ(17)が設けられ、この板状の第2の絶縁物スペーサ(17)上には平板状ディスプレイ装置(1)の水平(H)方向に多数のリボン状の第2の電極(18)が互いに独立し、平面状電極を形成するように配設され、この第2の電極(18)には前述した第2の電極(15)の孔部(16_a)と同様な孔部(18_a)が設けられている。

次に、この第2の電極(18)群からなる平面状電極上には多数の孔部(19_a)が設けられた板状の第3の絶縁物スペーサ(19)を介して、第2の電極(18)の孔部(18_a)に対応する位置に孔部(20_a)を有する平面状の第3電極(20)が設けられている。

最後に、この第3の電極(20)上には板状の第4の絶縁物スペーサ(21)を介して内面にメタルバック膜(22)を介して蛍光面(23)が被着形成されかつ、画素(24)を形成する平面状ガラス(25)が設けられている。この画素(24)の数とこれに対応するコイル状ヒータ(13)乃至第3の電極(20)の孔部の数は白黒表示の場合約250KP、カラー表示の場合、約750KPとなっている。

前述した構造の平板状ディスプレイ装置(1)は1画素、1陰極からなり、コイル状ヒータ(13)からの熱電子を第1の電極(15)、第2の電極(18)、及び第3の電極(20)で制御し、この第3の電極(20)と、高電圧の印加されたメタルバック膜(22)により加速され、蛍光体からなる画素(24)に射突する最も簡単な電子加速式の構造になっている。

この様な平板状ディスプレイ装置を動作させたとき第1の電極(15)と第2の電極(18)による制御電圧が点灯時間と共に変化する所謂ドリフト現象が観察される場合がある。この現象を示したものが第4図であり、第1の電極(15)の電圧を縦軸にとり、第2の電極(18)の電圧を横軸にとったとき、電子流が蛍光面に到達しなくなる所謂カットオフ特性は点灯直後において(●－●)線で示されるが、発光動作を10分間継続した時は(●'－●')線で示されるようにカットオフ電圧が零に近ずく。またすべての通電を止めてから10分間以上保持した

後に再び動作させると（●－▲）線で示される特性に回復する。この原因をしらべた結果、コイル状ヒータ13から第3の電極に至る各電極間の絶縁物スペーサ09 07 09の孔部（15_a）（17_a）（19_a）の壁面に電子が付着し、空間電荷を変える結果、カットオフ電圧がドリフトすることがわかった。すなわち動作状態に保持すると壁面に電子が充満し、電子流の流れを反発させる力が働くからカットオフ電圧が低くなる。一方不動作状態を保持すると壁面の電子がゆっくりと消滅し、カットオフ特性が回復してくる。この対策として絶縁スペーサ09 07 09の少なくとも孔部（15_a）（17_a）（19_a）の内壁をわずかに導電性とし、付着した電子を速やかに除去することでドリフト現象がなくなることがわかった。

この様に絶縁スペーサ09 07 09の少なくとも孔部（15_a）（17_a）（19_a）の内壁を導電性にすることはその分だけ電極間の漏れ電流が増加することになる。しかし、コイル状ヒータ13乃至第3の電極20までの一つの孔部近傍を1個の電子銃と考えると漏れ電流を相対する電極間または電極と陰極間でそれぞれ10μA以下であるようにすることにより平板状ディスプレイ装置(1)の動作特性に悪影響を及ぼさないことが実験の結果確かめられた。

この様な絶縁スペーサ09 07 09の少くとも孔部（15_a）（17_a）（19_a）の内壁または絶縁スペーサ09 07 09それ自体の導体化の効果はコイル状ヒータ13と第1の電極09、第1の電極09と第2の電極08、第2の電極08と第3の電極20との間に程度同等に認められる。従がってこれらの全てに適用することが好ましいが、例えばコイル状ヒータ13と第1の電極09間にだけ適用しでもドリフト減少の効果がある。この場合、第3の電極20と加速電極であるメタルバック加圧間の絶縁物スペーサ09も導体化することで表面チャージによる電子流の偏向が防かれ画質に好ましい影響を与えることが出来る。

前述した絶縁物スペーサをわずかに導体化する手段としては、例えば電子伝導性のガラスやセラミックスを絶縁物スペーサとして使用することができる。しかし大面積で、かつ微細な加工が要求される平板状ディスプレイ装置の部品としては通常のガラスなどの絶縁物スペーサの孔部の壁面に導電性の被膜を形成させることがより現実的である。実験の結果では酸化すずを主成分とする導電性被膜がこの目的に合うことがわかった。そしてこの導電性被膜の被覆方法としては、例えばオクチルすずのブタノール溶液（約0.1M/Lの濃度）に多数の孔部を穿設したガラス製の絶縁物スペーサを浸し、ゆっくり引き上げて乾燥させた後、空気雰囲気中で450℃で焼成すればよい。この方法で直径0.5mmφ、厚さ0.3mmの孔部の壁面の抵抗は10^{9}～10^{12}オームにより、10Vを印加した場合、10～0.001μAの電流値が得られた。この他、S_n－S_b系やS_n－I_nなどでも同様な結果が得られた。この場合、添加成分はアセチル化合物などの有機金属塩として、前記すず溶液に0.05M/Lを越えない範囲で加える。

前述の導電性被膜を得る他の手段としては、たとえばすずの塩化物や有機化合物の蒸気を加熱された孔部を有する絶縁物スペーサにあてて分解させ酸化物被膜を形成させる方法があるが、この場合には抵抗が低くなりすぎる場合が多いので被膜の組成や付着条件を厳密に管理する必要がある。

このようにして得られた絶縁物スペーサを使用して組立てられた平板状ディスプレイ装置はカットオフ特性のドリフト現象が皆無であり極めて品位の高いディスプレイを得ることが出来た。

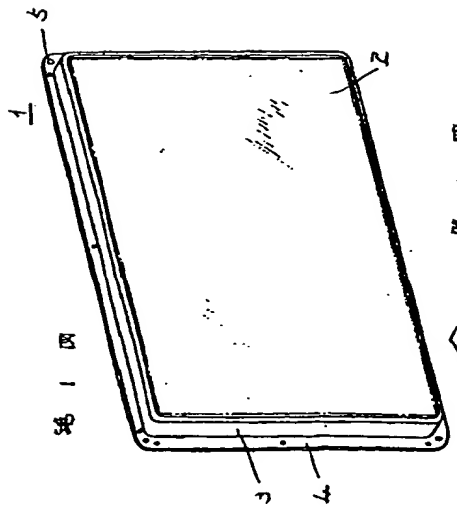
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の平板状ディスプレイ装置の一実施例の外観を示す斜視図、第2図は第1図の平板状ディスプレイ装置の内部構造の説明用斜視図、第3図は第1図の平板状ディスプレイ装置の要部拡大断面図、第4図は第1の電極と第2の電極に印加されるそれぞれの電圧を縦軸及び横軸とした時のカットオフ特性のドリフト現象の一例を示す説明図である。

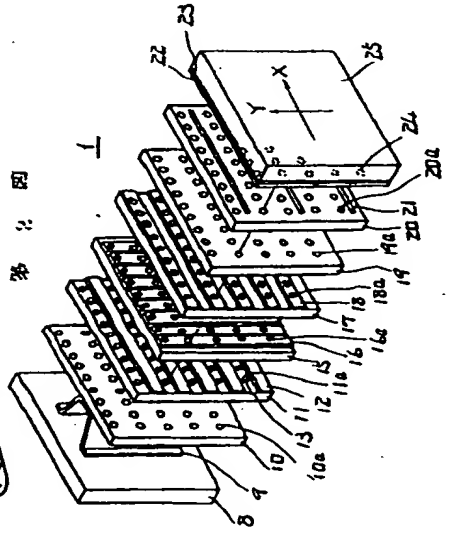
8－背面基板　　13－コイル状ヒータ
15，17，19，21－絶縁物スペーサ
16－第1の電極　　18－第2の電極
20－第3の電極　　22－メタルバック膜

24 …画素　　25 …平板状パネル

代理人 弁理士　井　上　一　男

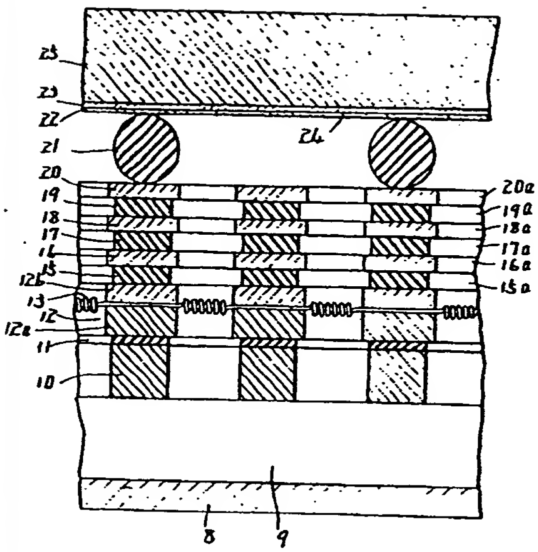


第1図

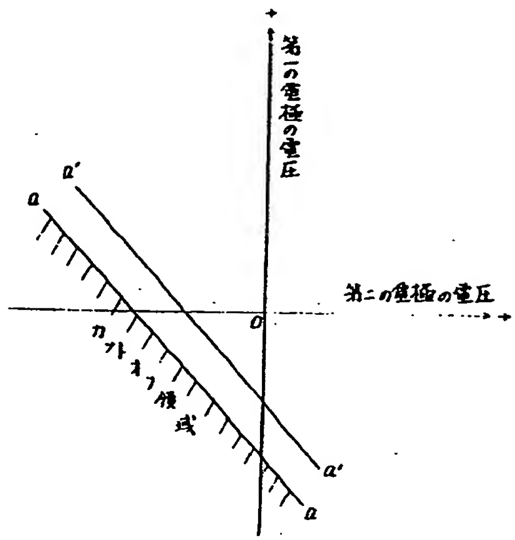


第2図

第3図


25
23
22
21
24
20
19
18
17
16
15
12b
13
12
12a
11
10
20a
19a
18a
17a
16a
15a
8
9

第4図


第一の電極の電圧
第二の電極の電圧
O
a
a'
カットオフ領域

Japanese Unexamined Patent

Laid-Open No. 57-118355

Laid-Open Date: July 23, 1982

Application No. 56-3140

Application Date: January 14, 1981

Applicant: Toshiba Corp.

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

FLAT-PANEL DISPLAY DEVICE

2. Claims

(1) A flat-panel display device, comprising a group of hot cathodes arranged regularly to substantially form a plane, a group of insulating spacers and a group of planar electrodes having holes at positions corresponding to respective hot cathodes in said group of hot cathodes and stacked alternately, and a flat panel having a fluorescent plane laid on the last electrode of said group of planar electrodes through an insulating spacer, wherein means capable of preventing a drift phenomenon is provided in at least one of said group of insulating spacers between said hot cathodes and said fluorescent plane.

(2) A flat-panel display device according to claim 1, wherein said means capable of preventing the drift phenomenon is to impart a predetermined electric

conductivity to wall surfaces of said holes of said insulating spacers.

(3) A flat-panel display device according to claim 1, wherein said means capable of preventing the drift phenomenon is to give a predetermined resistance value to said insulating spacers and to impart a predetermined electric conductivity to wall surfaces of said holes of said insulating spacers.

(4) A flat-panel display device according to claim 1, wherein said means for preventing the drift phenomenon is to form a tin oxide film on the surface of said insulating spacers including said holes and to give a predetermined electric conductivity to wall surfaces of said holes of said insulating spacers.

(5) A flat-panel display device according to one of claims 2 to 4, wherein said predetermined electric conductivity allows a current within a range of 10μA to 0.001μA to flow through the wall surfaces of corresponding holes of said insulating spacers when 10V is applied between said electrodes sandwiching said insulating spacers.

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a flat-panel display devide utilizing thermoelectronic emission, and more particularly, to an electronically accelerated flat-panel display device which controls and accelerates electron beams

emitted from a group of hot cathodes by a group of planar electrodes having a lot of holes, and makes predetermined pixels on a flat fluorescent plane emit light.

Conventionally, a cathode ray tube is mainly used in a display device for television or display of various characters and figures. Although the display with the cathode ray tube is excellent in brightness, response speed, simplicity of scanning, resolution and the like, it has the disadvantages of a large depth in comparison with its image area and a relatively short useful life.

In recent years, since a small-power electron tube for signal amplification was replaced with a semiconductor devide, it has been widely expected that the cathode ray tube will be also replaced with a solid display device, similar to the semiconductor, which overcomes the above-mentioned disadvantages. A device utilizing the electro-luminescence phenomenon has been studied for many years as the closest device to the solid display device, and has been partially put into practical use. Furthermore, liquid crystal, electrochromics and the like have been developed such as to be applied to a flat-panel display device. A device, which does not use these solid and liquid, but uses plasma discharge in a vacuum envelope for light emission in a similar manner to the cathode ray tube, has been also developed as a flat-panel display device, and particularly,

put into practical use to display characters.

However, the above-mentioned potent flat-panel display device clearly differs from the cathode ray tube in performance such as light emission efficiency and response speed, and cannot substitute for the cathode ray tube as a display device for television which requires the highest performance. On the other hand, under the existing circumstances, the demand for a flat-panel display device having a higher performance and a larger screen than before has increased with the advance of information associated with the increasing range of uses for computers and the increase in performance of television broadcasting.

An electronically accelerated flat-panel display device has a basic structure disclosed in, for example, U.S. Patents Nos. 2965801, 3408532, and 3935500. In this structure, a plane electron emission source is provided, electron beams are emitted from the electron emission source into a vacuum, and controlled by the combination of voltages applied to a group of planar electrodes having a lot of holes, given energy by being accelerated by an acceleration voltage to be applied in the later step, and made to impinge against predetermined pixels on a flat fluorescent plane opposed to the plane electron emission source, thereby making the pixels emit light. These basic materials and physical principle are equivalent to the cathode ray tube in

that accelerated electron beams make the fluorescence plane emit light. While the aforesaid electroluminescence and the like need to wait for future development of innovative materials, this flat-panel display device is, at present, the only device that can take over and achieve high light emission efficiency of the cathode ray tube. As a conventional electronically accelerated flat-panel display device, a cold cathode, a hot cathode shaped like a thin film belt on an insulating substrate, and the like are used and these have problems in reliability, power consumption, driving method and so on. Although a small-screen flat-panel display device has been prototyped experimentally, cathode ray tubes are now still mainly used in a black-and-white television device, a color television device and other image display devices of a computer device and the like.

The present invention has been made in view of the above-mentioned various problems, and an object thereof is to provide a flat-panel display device which has advantages of high reliability, small power consumption and easy driving and is suitable for large-screen display.

In other words, a flat-panel display device of the present invention comprises a group of hot cathodes laid on a rear substrate through a spacer and arranged regularly to substantially form a plane, a group of planar electrodes having holes at positions corresponding to respective hot

cathodes in the group of hot cathodes and laid one on another through platelike insulating spacers with holes, and a flat panel laid on the last one of the group of planar electrodes through rodlike insulating spacers and having a fluorescent plane adhering thereto, wherein thermoelectrons emitted from the respective hot cathodes are controlled and accelerated by the group of planar electrodes to make predetermined pixels on the fluorescent plane emit light, and what is called a drift phenomenon causing variation in control voltages of first and second electrodes, opposed to the group of hot cathodes, with operating time during operation of the flat-panel display device is prevented.

An embodiment of a flat-panel display device according to the present invention will now be described in detail.

Fig. 1 is an outward perspective view of a large-screen flat-panel display device (1) having a width across corners of about 1.2m, which comprises a protecting plate (2) formed by a transparent plastic plate, a glass plate or the like and located on a flat panel having a fluorescent plane adhering inside thereof, a support member (3) shaped like a picture frame on the periphery of the protecting plate (2), and attachment hole portions (5) provided on a flange portion (4) of the support member (3).

The internal structure will now be described with reference to Figs. 2 and 3. In the flat-panel display

devide (1), a spacer (9) is fixed to a rear substrate (8) made of a metal plate or the like for forming a rear envelope, by which a space for getter is formed. A support plate (10) having holes (10a) and made of metal or the like and an insulating support plate (11) made of an inorganic material such as glass and having holes (11a) are laid on the spacer (9). Heater support members (12) are provided between pixels of the second insulating support member (11), which will be described later, and each composed of two ribbonlike supporters (12a) and (12b) at least one of which being made of a conductive member. One of the supporters (12a) is fixed to the second support member (11) by unillustrated soldering glass. The supporters (12a) and (12b) constitute feeder electrodes for heating hot cathodes (13) (referred to as "coil heaters" hereinafter) formed by applying a thermoelectronic emission substance on at least predetermined portions of coil heaters of about 2.6μmϕ, and spatially support the coil heaters (13). In this case, a voltage between both ends of each coil heater (13) is about 0.5V, an extremely lower voltage than before, which is suitable for IC drive and consumes only small power.

A first platelike insulating spacer (15) made of an inorganic substance and having holes at positions corresponding to effective portions of the coil heaters (13)

is provided on the coil heaters 13, and a lot of ribbonlike first electrodes (16) are independently arranged on the first platelike insulating spacer (15) in the vertical (Y) direction of the flat-panel display device (1) to form a planar electrode. The first electrodes (16) have holes (16a), which have a little smaller diameter than the holes of the first platelike insulating spacer (15), at positions corresponding to the effective portions of the coil heaters (13).

A second platelike insulating spacer (17) similar to the above-mentioned first platelike insulating spacer (15) is laid on the planar electrode formed by the first electrodes (16), and a lot of ribbonlike second electrodes (18) are independently arranged on the second platelike insulating spacer (17) in the horizontal (X) direction of the flat-panel display device (1) to form a planar electrode. The second electrodes (18) have holes (18a) similar to the aforesaid holes (16a) of the second electrodes (16).

A third planar electrode (20) having holes (20a) at positions corresponding to the holes (18a) of the second electrodes (18) is laid on the planar electrode formed by the second electrodes (18) through a third platelike insulating spacer (19) having a lot of holes (19a).

Finally, a glass plate (25) having a fluorescent plane

(23) adhering to the inner surface thereof through a metal-backed layer (22) to form pixels (24) is laid on the third electrode (20) through fourth rodlike insulating spacers (21). The number of the pixels (24) and the number of the holes between the coil heaters (13) and the third electrode (20) corresponding to the pixels (24) each are about 250KP in black-and-white display, and about 750KP in color display.

The above-structured flat-panel display device (1) has the simplest electronic acceleration structure, in which pixels and cathodes are in a one-to-one correspondence, thermoelectrons from the coil heaters 13 are controlled by the first electrodes (16), the second electrodes (18) and the third electrode (20), accelerated by the third electrode (20) and the metal-backed layer (22) to which high voltage is applied, and made to impinge on the pixels (24) made of a fluorescent substance.

When such a flat-panel display device is operated, what is called the drift phenomenon, in which control voltages by the first electrodes (16) and the second electrodes (18) vary with the lighting time, is sometimes found. Fig. 4 shows this phenomenon. When the voltage of the first electrodes (16) is indicated by the vertical axis and the voltage of the second electrodes (18) is indicated by the horizontal axis, what is called the cut-off characteristic

in which electron flow does not reach the fluorescent plane is shown by a line (a-a) immediately after lighting. When the lighting operation is continued for ten minutes, the cut-off voltage approaches zero as shown by a line (a'-a'). Furthermore, when the passage of all currents is stopped, the stop state is held for more than ten minutes, and then, the device is operated again, the characteristic recovers to the characteristic shown by the line (a-a). The investigation of this cause resulted in the discovery that electrons adhere onto walls of the holes (15a), (17a) and (19a) of the insulating spacers (15), (17) and (19) between the electrodes from the coil heaters (13) to the third electrode, and change space charge, and the cut-off voltage is thereby drifted. In other words, when the operating state is held, since electrons are filled on the walls and a force for repelling the flow of electron current acts, the cut-off voltage falls. On the other hand, when a non-operation state is held, the electrons on the walls disappear slowly, and the cut-off characteristic recovers. It was realized that the drift phenomenon is avoided by making the inner walls of at least the holes (15a), (17a) and (19a) of the insulating spacers (15), (17) and (19) a little conductive as a countermeasure to promptly remove the adhering electrons.

When at least the inner walls of the holes (15a), (17a)

and (19a) of the insulating spacers (15), (17) and (19) are thus made conductive, leakage current between the electrodes increases by an amount corresponding to the conductivity. However, as a result of experiments it was verified that, if the adjacency of one hole between the coil heaters (13) and the third electrode (20) is regarded as one electron gun, the operation characteristic of the flat-panel display device (1) is prevented from bad influences by setting the leakage current between opposed electrodes or between the electrode and the cathode at less than 10μA.

The effects of imparting conductivity to the inner walls of at least the holes (15a), (17a) and (19a) of the insulating spacers (15), (17) and (19) or the insulating spacers (15), (17) and (19) themselves are found almost equivalently between the coil heaters (13) and the first electrodes (16), between the first electrodes (16) and the second electrodes (18) and between the second electrodes (18) and the third electrode (20). Therefore, it is preferable to apply this to all of these components. However, even an application to, for example, only between the coil heaters (13) and the first electrodes (16) has an effect in decreasing the drift. In this case, if the insulating spacers (21) between the third electrode (20) and the metal-backed layer (23) (as an accelerating electrode) are also made conductive, the deflection of the electron flow

due to the surface charge is eliminated and a good influence can be exerted on image quality.

As a means for making the above-mentioned insulating spacers a little conductive, for example, electronically conductive glass or ceramics may be used as insulating spacers. However, as a component of the flat-panel display devide which requires a large area and fine working, it is more realistic to form conductive films on inner walls of holes of an insulating spacer made of normal glass or the like. Experiments revealed that a conductive film mainly containing tin oxide served this purpose. As a method of forming this conductive film, for example, a glass insulating spacer having a lot of holes may be soaked in a butanol solution of octyl tin (a concentration of approximately 0.1M/l), pulled up slowly, dried, and then, calcined at 450°C in an air atmosphere. In this method, the resistance of the wall of the hole having a diameter of 0.5mmϕ and a thickness of 0.3mm was $10^{6}\Omega$ to $10^{10}\Omega$. When 10V was applied, a current value of 10 to 0.001μA was obtained. Other materials such as S_n-S_b and S_n-I_n could obtain similar results. In this case, an organometallic salt, such as a butoxy compound, was added as an additive component to the aforesaid tin solution by an amount within a range to 0.05M/Kg.

As another means for obtaining the above conductive film, for example, an oxide film is formed by applying vapor from tin chloride or an organic compound to an insulating spacer having heated holes to be decomposed. Since the resistance frequently becomes too low in this case, it is necessary to strictly manage the composition and adhesion condition of the film.

A flat-panel display device assembled by using the insulating spacer thus obtained caused no drift phenomenon of the cut-off characteristic and could obtain a display of extremely high quality.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a perspective view showing an outward appearance of an embodiment of a flat-panel display device according to the present invention, Fig. 2 is a perspective view explaining the internal structure of the flat-panel display device shown in Fig. 1, Fig. 3 is an enlarged cross sectional view of the principal part of the flat-panel display device shown in Fig. 1, and Fig. 4 is an explanatory view showing an example of a drift phenomenon of the cut-off characteristic in a case where voltages to be applied to first and second electrodes are respectively indicated by the vertical and horizontal axes.

8 ... a rear substrate 13 ... coil heaters

15, 17, 19, 21 ... insulating spacers

16 – first electrodes

18 – second electrodes

20 – a third electrode

22 – a metal-backed layer

24 – pixels

25 – a flat panel

FIG. 1

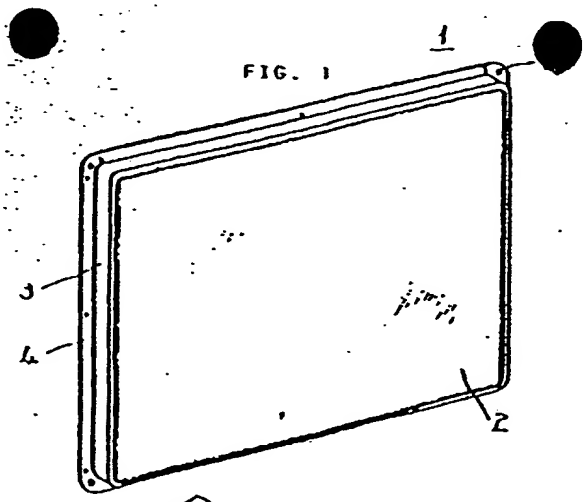


FIG. 2

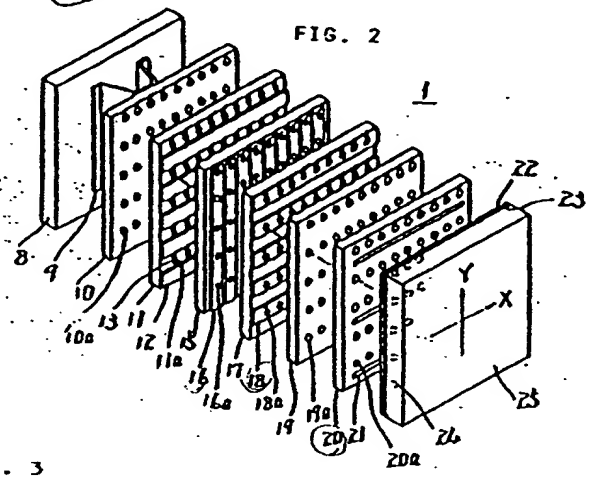


FIG. 3

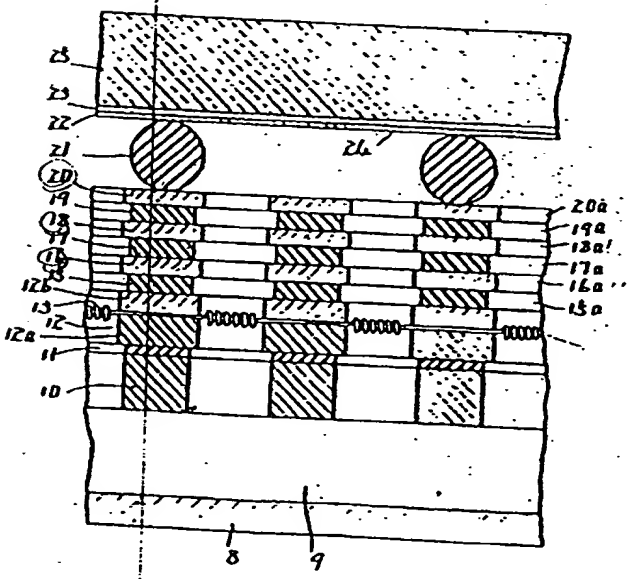


FIG. 4